

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНО-СМАЗОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ Ni-P ДЛЯ ЦИРКОНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Жемчужникова Д.А.

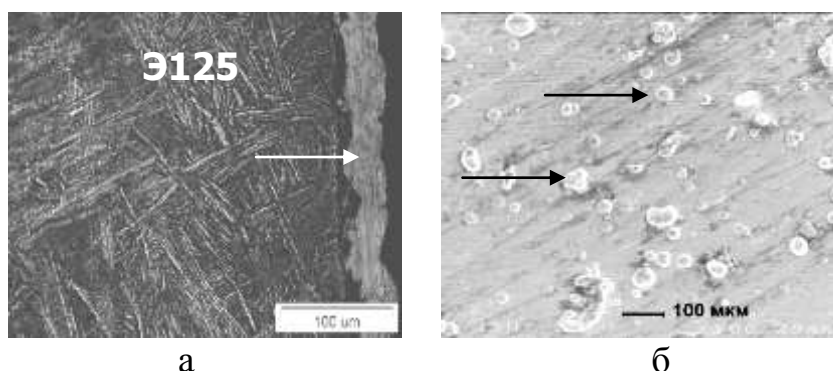
Руководители – д.т.н. Маркушев М. В., к.т.н. Валеева А. Х.

Учреждение Российской академии наук Институт проблем
сверхпластичности металлов РАН, Уфимский государственный
авиационный технический университет, г. Уфа
mermaid8@yandex.ru

Из-за интенсивного взаимодействия многих металлов и сплавов, в том числе и циркония [1], с атмосферными газами при высокотемпературной обработке слитков и деформированных полуфабрикатов возникает необходимость защиты их поверхности с помощью специальных покрытий для предотвращения образования дефектного газонасыщенного слоя и снижения потерь из-за окалинообразования.

В работе проведена оценка эффективности покрытий на основе химически осажденного слоя Ni-P для защиты слитка циркониевого сплава Э125 от окисления в процессе нагрева при термообработке и горячей деформации в интервале температур 700...1000 °С. Исследованы образцы с химически осажденным покрытием Ni-P и образцы с комбинированным покрытием, на которые поверх слоя Ni-P наносилась безборовая стеклосмазка [2].

При оценке микроструктуры полученного Ni-P покрытия установлено, что его толщина (Рис. 1а, указано стрелкой) составляет 30...40 мкм. При этом структура поверхности нанесенного слоя имеет некоторую неоднородность, характерную для покрытий, получаемых химическим осаждением: отдельные кристаллиты заметно превышают средний размер (диаметр и, соответственно, высоту), и образуют единичные сфероиды на поверхности (Рис.1б, указаны стрелками).



а – боковой срез образца, б – поверхность

Рис. 1. Микроструктура покрытия Ni-P:

Химический анализ показал, что осажденное покрытие представляет собой аморфный раствор Ni-P (рис. 2). После термообработки при температуре 700 °С в течение 2,5 ч. покрытие преимущественно состоит из окиси никеля. С

повышением температуры до 800 °С отмечается полное исчезновение фосфора в покрытии, сопровождаемое истончением слоя окиси никеля и появлением окиси циркония. Дальнейшее повышение температуры увеличивает количество окиси циркония на поверхности образца и при температуре 1000 °С происходит полное окисление поверхности с формированием соединения $\alpha\text{-ZrO}_2$ и вытеснение никелевого покрытия (Рис. 2).

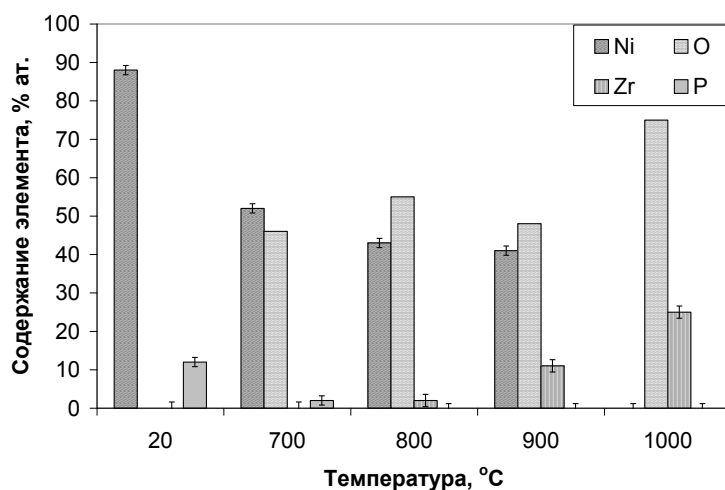


Рис. 2. Изменение химического состава поверхности образцов после термообработки при различных температурах

Исследования микроструктуры поперечных шлифов образцов из сплава Э125 без покрытия и с покрытиями после термообработки в течение 2,5 часов, показали, что покрытие Ni-P полностью защищает материал основы лишь до температур ~ 800 °С, а после отжига при 1000 °С глубина окисленного слоя достигает 0,2 мм. Для сравнения, на незащищенной поверхности она составила 0,2 и 1,7 мм, соответственно. На образцах с комбинированным покрытием образование дефектного слоя во всем исследованном интервале температур не наблюдается.

Эффективность покрытий как смазывающих материалов проводилась оценкой коэффициентов трения, полученных при осадке кольцевых образцов [3]. Обнаружено, что покрытие Ni-P характеризуется высоким коэффициентом трения (выше 0,5) во всем интервале температур испытаний (рис.3.), что вызвано, видимо, ограниченной пластичностью тонкого слоя металла.

Комбинированное покрытие продемонстрировало низкое трение во всем исследованном температурном интервале (менее 0.15). Что особенно важно, и при температурах выше 900 °С (рис.3). Причина такого поведения видимо заключается в следующем. При химическом нанесении слоя Ni-P образуется сравнительно шероховатое покрытие с небольшой долей пористости.

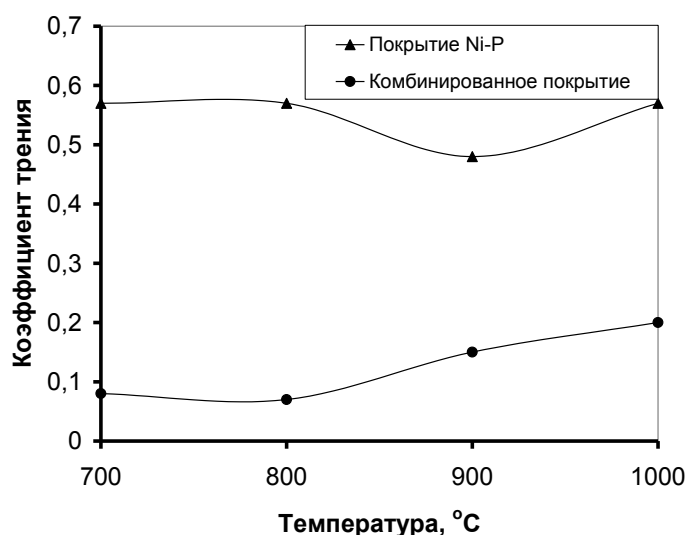


Рис.3. Зависимость коэффициента трения покрытия от температуры испытаний

Когда оно «сопротивляется» проникновению кислорода, то «пробои» в нем происходят в порах и в наиболее тонких местах. Когда же поверх этого слоя наносится стеклосмазка, то поры и углубления заполняются ею в первую очередь, и она остается в них после просушки. При последующих же нагревах материал второго слоя расплавляется, полностью препятствуя окислению. В результате происходит образование не просто композиционного покрытия, но и своего рода композитного материала, состоящего из металлической матрицы, содержащей стекловолна, который эффективно защищает циркониевый сплав от формирования дефектного слоя, как при нагревах, так и горячей деформации.

Таким образом, на основании представленных результатов, можно сделать вывод о том, что покрытие на основе Ni-P эффективно защищает слиток циркониевого сплава Э125 от окисления при нагреве до температур 800 °C. Эффективность же его, как смазочного материала для горячей деформации, невысока. Комбинированное покрытие обеспечивает эффективную защиту во всем исследуемом интервале температур (700...1000 °C), при этом снижает коэффициент трения при высокотемпературной осадке в 2...2,5 раза.

Библиографический список

1. Никулина, А.В.. Циркониевые сплавы в атомной энергетике/А.В. Никулина // МиТОМ. – 2003, №11, С. 8.
2. Манегин, Ю.В. Анисимова И.В. Стеклосмазки и защитные покрытия для горячей обработки металлов / Ю.В. Манегин, И.В.Анисимова.- М.: Металлургия, 1978.
3. Кокрофт М.Г. Смазка и смазочные материалы: Смазка в процессах обработки металлов давлением. Пер. с англ. /М.Г. Кокрофт.- М.: Металлургия, 1970.